

Computertomograph mit berührungsloser Energieübertragung

5

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft einen Computertomografen mit berührungsloser Energieübertragung. Hierbei erfolgt die Übertragung der von der Röntgenröhre benötigten Energie
10 berührungslos zwischen einer stationären Stromversorgung und der drehend angeordneten Röntgenröhre. Gleichzeitig können weitere Verbraucher wie Detektoren oder Datenerfassungssysteme auf dem drehenden Teil mit versorgt werden.

15

Stand der Technik

Bei konventionellen Computertomografen erfolgt die Übertragung elektrischer Energie zwischen der stationär angeordnete Stromversorgung und dem rotierenden Teil
20 mittels mechanischer Schleifringsysteme. Hierbei schleift eine Bürste, vorzugsweise aus Kohlematerial auf einer Schleifbahn, beispielsweise aus Messing. Nachteilig an dieser Anordnung ist die geringe Lebensdauer, die regelmäßigen Wartungsintervalle, in denen
25 die Bürsten ausgetauscht werden müssen und diese durch den Kohleabrieb verursachte Verschmutzung.

Eine Verbesserung ist beispielsweise in der US 4,912,735 offenbart. Darin wird das Computertomografensystem wie ein rotierender Übertrager ausgebildet. Auf
30 der stationären Seite ist eine Primärwicklung, die von einer primär angeordneten Wechselstromquelle gespeist wird, angeordnet. Dieser gegenüberliegend ist auf der

BESTÄTIGUNGSKOPIE

rotierenden Seite eine Sekundärwicklung angebracht. Zur besseren Verkoppelung zwischen Primärwicklung und Sekundärwicklung sind diese von rotationssymmetrischen Kernen aus weichmagnetischen Materialien umgeben. Diese Vorrichtung ist allerdings nicht zur Übertragung hoher Leistungen im Bereich von 100 Kilowatt, wie sie zur Speisung moderner Röntgenröhre benötigten werden, geeignet. Dies liegt daran, dass der Übertrager aufgrund der unvermeidlichen Luftspalte zwischen der stationären und der rotierenden Seite eine hohe Streuinduktivität aufweist. Diese verhält sich elektrisch wie eine Serieninduktivität und stellt somit eine hohe Serienimpedanz für den zu übertragenen Strom dar, welche die übertragbare Leistung begrenzt.

Eine weitere Verbesserung ist in der US 5,608,771 offenbart. Hier wird die Streuinduktivität des Übertragungsmittels einer weiteren Induktivität und einer Kapazität zu einem Resonanzkreis ergänzt. Gleichzeitig wird der Hochspannungsübertrager unmittelbar an die Sekundärwicklung des rotierenden Teiles angeschlossen. Bei dieser Anordnung kann nun eine gewisse Streuinduktivität toleriert werden. Allerdings ist ein sehr hoher Koppelfaktor des Drehübertragers notwendig, da sonst ein zu hoher Stromanteil als Blindstrom durch die Primärwicklung des Übertragers fließen würde. Zudem wäre bei hoher Streuinduktivität kaum eine vernünftige Anpassung an den Hochspannungsübertrager möglich.

Nachteilig an den beiden zitierten Anordnungen ist der hohe Materialeinsatz an teuren, hochpermeablen ferromagnetischen Materialien. So wären bei einer typischen

Dimensionierung einige 100 Kilogramm an Eisen bzw. Ferritmaterial notwendig. Diese würden auch das Gesamtgewicht des Computertomografen wesentlich erhöhen. Besonders störend ist die große Masse an dem rotierenden

5 Teil, da hier auch die Lagerung entsprechend tragfähiger ausgestaltet werden muss. Ein weiterer Nachteil ergibt sich in den hohen Anforderungen an die mechanischen Toleranzen in der Drehung zwischen dem rotierenden und dem stationären Teil. So sollte der Luftspalt
10 zwischen der Primärseite im stationären Teil und der Sekundärseite im rotierenden Teil idealerweise im Bereich einiger Zehntel Millimeter sein. Die typischen bei Computertomografen realisierbaren Toleranzen liegen jedoch um fast eine Größenordnung höher. Besonders kritisch ist hier der Betrieb bei einem gegenüber der Horizontalachse geneigten rotierenden Teil, da sich hier
15 der rotierenden Teil gegenüber dem stationären Teil aus seiner Normallage verkippt.

20 **Darstellung der Erfindung**

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur kontaktlosen Übertragung elektrischer Energie zwischen dem stationären und dem rotierenden Teil eines Computertomografens gegenüber dem Stand der Technik
25 kostengünstiger zu gestalten und weiterhin derart auszubilden, dass die Masse der gesamten Anordnung reduziert wird und weiterhin größere mechanischen Toleranzen zwischen dem rotierenden Teil und dem stationären Teil zulässig sind.

30 Eine erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe ist in den unabhängigen Patentansprüchen angegeben. Weiterbildung-

gen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfasst einen Computertomografen mit einem rotierenden Teil 1 und einem stationären Teil 2. Das stationären Teil umfasst ein Lager 3 zur drehbaren Lagerung des rotierenden Teils 1. Weiterhin ist an dem stationären Teil wenigstens ein Wechselrichter (Inverter) 6 zur Erzeugung eines Wechselstroms vorgesehen. Dieser Wechselstrom weist wenigstens die Grundwelle einer ersten Frequenz auf. Ferner ist eine Leiteranordnung 7 vorhanden, welche von dem Wechselstrom eines oder mehrerer Wechselrichter 6 gespeist wird. Diese Leiteranordnung ist zumindest entlang eines Teils einer Kreisbahn an dem stationären Teil angeordnet. Eine erfindungsgemäße Leiteranordnung besteht zu wesentlichen Teilen aus elektrische Leitern, welche auf einem Träger oder auf Stützen 23 gelagert sind. Eine solche Leiteranordnung ist wesentlich einfacher zu realisieren, als die aus dem Stand der Technik bekannten rotierenden Transformatoren, bei denen an Stelle der einfachen Leiteranordnung primärseitig bereits eine vollständig ausgebildete Primärseite eines Transformators notwendig ist. Diese umfasst neben der Entwicklung und Isolation auch Eisen- bzw. Ferritkerne, welche mit geringen mechanischen Toleranzen zur Ausbildung eines möglichst geringen Luftspalts zwischen Primärseite (stationär) und Sekundärseite (rotierend) gefertigt werden müssen. Zur Auskopplung des elektrischen Stromes aus der Leiteranordnung ist ein induktiver Koppler 8 an dem rotierenden Teil angebracht. Dieser induktiver Koppler 8 weist eine Länge auf, welche kurz

gegenüber der Länge der Leiteranordnung 7 ist und wird durch die Bewegung des rotierenden Teils gegenüber dem stationären Teil längs der Leiteranordnung bewegt. Der von dem induktiver Koppler 8 ausgekoppelte Strom kann nun zur Speisung von Verbrauchern wie der Röntgenröhre 4 oder auch eine Detektoranordnung 5 auf dem rotierenden Teil verwendet werden.

In dieser Darstellung wird der Begriff "Strom" im Sinne eines allgemeinen Begriffes für elektrische Energie verwendet. Ebenso könnte stattdessen auch auf die Begriff Spannung bzw. Energie Bezug genommen werden.

Eine weitere erfindungsgemäße Vorrichtung ist ähnlich der oben beschriebenen Vorrichtung ausgebildet. Es sind allerdings Leiteranordnung 7 und Koppler 8 miteinander vertauscht. So ist der Koppler 8 dem stationären Teil 2 zugeordnet und wird von dem Wechselrichter 6 mit Wechselstrom gespeist. Gegenüber dem Koppler 8 beweglich ist die Leiteranordnung 7 auf dem rotierenden Teil 1 angeordnet. Entsprechend kann nun der von der Leiteranordnung 7 ausgekoppelte Strom zur Speisung von Verbrauchern wie der Röntgenröhre 4 oder auch der Detektoranordnung 5 auf dem rotierenden Teil verwendet werden.

25

In einer besonders vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht eine Leiteranordnung vor, welche 1, 2 oder auch 3 parallel geführte elektrische Leiter (9a, 9b, 9c) umfasst. Weiterhin werden diese Leiter derart von Strömen durchflossen, dass die Summe der Ströme durch alle Leiter an jeder Winkelposition der Leiteranordnung gleich Null ist. Wird die Leiteranordnung bei-

30

spielsweise durch einen radialen Schnitt an einer beliebigen Stelle durchtrennt und die an dieser Stelle laufenden Ströme gemessen, so ergibt die Summe der Ströme Null. Dies kann beispielsweise dadurch realisiert werden, dass bei einem Zweileitersystem durch eine Leiter der Strom in einer ersten Richtung und durch den zweiten Leiter der Strom mit gleicher Größe in entgegengesetzter Richtung fließt. Bei einem Dreileitersystem könnten die Ströme der drei Leiter bei gleicher Amplitude um jeweils 120 Grad phasenverschoben sein. Durch eine solche Ausgestaltung kann die elektromagnetische Emission der Anordnung wesentlich reduziert werden. Da die Summe der Ströme an jedem Stück der Leiteranordnung gleich Null ist, ist auch das äußere Magnetfeld gleich Null. Um eine gute Symmetrierung zu erreichen kann beispielsweise ein Symmetrierübertrager oder ein Gleichtaktfilter eingesetzt werden. Zur Ansteuerung bei mehreren Leitern eignet sich besonders eine Phase - Shift - Brücke im Wechselrichter.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung weist die Leiteranordnung 7 in Umfangrichtung mehrere Segmente (10a, 10b, 10c) auf. Durch eine solche Segmentierung lassen sich unterschiedliche Arten elektrischer Energie, wie beispielsweise die hohe Leistung zur Speisung der Röntgenröhre und die elektrische Hilfsversorgung durch getrennte Segmente übertragen. Ebenso kann durch Parallelschaltung mehrerer Segmente die gesamte übertragene Leistung erhöht werden. Selbstverständlich können auch mehrere Leiteranordnungen parallel zueinander d. h. beispielsweise in axialer Rich-

tung nebeneinander oder in radialen Richtung ineinander mit entsprechenden Kopplern angeordnet sein.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass mehrere Koppler (8a, 8b, 8c) vorgesehen sind, wobei zu jedem Zeitpunkt wenigstens ein Koppler im Eingriff mit der Leiteranordnung 7 ist. Der Begriff des Zeitpunkt bezieht sich hier auf eine Drehbewegung des rotierenden Teils 1 gegenüber dem stationären Teil 2. Anders formulierte bedeutet dies, dass an jeder Position des rotierenden Teils 1 wenigstens ein Koppler 8 im Eingriff mit der Leiteranordnung 7 steht. Damit ist zu jedem Zeitpunkt der Bewegung bzw. zu jedem Ort eine Energieübertragung möglich.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung weist wenigstens ein Abgriff 8 weichmagnetisches Material zur Konzentration des magnetischen Flusses auf. So kann der Abgriff beispielsweise mit Eisenmaterial, vorzugsweise in Form von Eisenblechen oder auch Ferritmaterialien versehen sein. Besonders vorteilhaft ist hier der Einsatz von Eisen- bzw. Ferritmaterialien besonders Pulver, welches durch Kunststoff gebunden ist. Wahlweise bzw. zusätzlich kann auch weichmagnetisches Material an der Leiteranordnung 7 vorgesehen sein, um die Verkoppelung zu verbessern.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass mehrere Wechselrichter 6 vorgesehen sind, wobei jeweils ein Wechselrichter 6 wahlweise einen Leiter 9 und/oder ein Segment 10 der Leiteranordnung speist.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist wenigstens ein Wechselrichter zur Speisung eines Leiters 9 und/oder eines Segments 10 der Leiteranordnung 7 auf oder nahe der jeweiligen Resonanzfrequenz ausgebildet.

In einer anderen vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung werden wahlweise die Leiteranordnung 7 und/oder wenigstens ein Abgriff 8 durch wenigstens eine Kapazität sowie wahlweise eine oder mehrere zusätzliche Induktivitäten zu einem resonanzfähigen Gebilde auf einer vorgegebenen Resonanzfrequenz ergänzt. Besonders günstig ist es, wenn die Anordnung zur Ausbildung einer Serienresonanz durch hinzufügen einer Serienkapazität sowie einer optionalen Serieninduktivität ergänzt wird, falls die Induktivitäten der Leiteranordnung bzw. des Abgriffs nicht hinreichend groß sind. Alternativ hierzu kann die Anordnung auch zur Ausbildung von Parallelresonanzen durch hinzufügen wenigstens einer Parallelkapazität parallel zur Leiteranordnung 7 oder zum Abgriff 8 ausgebildet sein. Der Betrieb des Wechselrichters 6 kann nun an die unterschiedlichen Resonanzbedingungen angepasst werden. Beispielsweise kann eine Regelung der abgegebenen Leistung durch Frequenzvariation des Wechselrichters erfolgen. So wird bei einer Abgabe eines Ausgangstrom des Wechselrichters auf der Resonanzfrequenz sicherlich die maximale Leistung übertragen, während abhängig von der Güte des Resonanzkreises bei Frequenzabweichungen eine geringere Leistung übertragen wird.

Besonders vorteilhaft ist es, bei niedrigen Lastimpedanzen den Wechselrichter 6 auf eine Serienresonanz zu regeln, da diese eine mit sinkender Lastimpedanz steigende Güte aufweist. Bei hohen Lastimpedanzen hingegen ist es vorteilhaft, auf eine Parallelresonanzen regeln, da bei Parallelresonanzen die Güte mit der Lastimpedanz ansteigt. Zweckmäßigerweise ist eine Umschalteneinrichtung vorgesehen, welche zunächst die Lastimpedanz, beispielsweise aus dem Verhältnis von Ausgangsspannung zu Ausgangstrom des Wechselrichters 6 ermittelt und entsprechend die Frequenzregelung des Wechselrichters auf Parallelresonanz bzw. Serienresonanz konfiguriert.

Grundsätzlich kann ein System aus Wechselrichter 6, Leiteranordnung 7 sowie Abgriff 8 wahlweise zur Leistungsübertragung und gleichzeitig zur Steuerung bzw. Regelung der übertragenen Leistung oder aber ausschließlich zur reinen Leistungsübertragung eingesetzt werden. Wird die übertragene Leistung durch das System gesteuert bzw. geregelt, so ist beispielsweise eine Pulsbreitenmodulation in Pulspaketen des Ausgangssignals oder aber eine Verschiebung der Frequenz abseits der Resonanzfrequenz notwendig. Grundsätzlich verringert sich bei einer Frequenzverschiebung der Wirkungsgrad des Wechselrichters. Ebenso nehmen dabei auch die Emissionen hochfrequenter Signalanteile zu. Alternativ hierzu kann der Wechselrichter immer in einem Betriebspunkt des optimalen Wirkungsgrades bei der Resonanzfrequenz betrieben werden. Um nun die abgegebene Ausgangsgröße zu steuern, ist beispielsweise primärseitig ein weiteres Schaltnetzteil oder eine Leistungsfaktorkorrekturschaltung mit einem in weiten Grenzen einstellba-

ren Ausgangsbereich notwendig. Wird der Wechselrichter auf der Resonanzfrequenz betrieben, so ist sein Wirkungsgrad sehr hoch, so dass zur Messung des übertragene Stromes nicht der hochfrequente Ausgangstrom gemessen werden muss. Vielmehr kann hierzu die Gleichstromaufnahme des Wechselrichters herangezogen werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist zumindest ein Wechselrichter 6 zur Erkennung von unterschiedlichen Lastzuständen ausgebildet, so dass dieser erkennen kann falls das diesem zugeordnete Segment der Leiteranordnung 7 nicht im Eingriff mit wenigstens einem Abgriff 8 steht. Entsprechend dieser Erkennung wird nun der Wechselrichter 6 sein Ausgangssignal abschalten bzw. auf eine Leerlauffrequenz steuern.

Weiterhin kann ist wenigstens ein Wechselrichter 6 zur Abgabe in Signals auf wenigstens einer zweiten Frequenz ausgebildet. Weiterhin ist auf dem rotierenden Teil 1 wenigstens ein frequenzselektives Mittel zur Selektion dieser zweiten Frequenz ausgebildet, so dass dieses nun vorzugsweise die mit der zweiten Frequenz übertragene Energie auskoppelt und hiermit wenigstens einer weiteren Verbraucher, wie beispielsweise einen Steuerrechner oder auch die Detektoranordnung 5 speist.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist der Wechselrichter 6 derart ausgebildet, dass das Tastverhältnis seines Ausgangstromes durch eine Steuereinheit gezielt verändert werden kann. Hierbei wird Vorteilhafterweise die Ausgangsfrequenz nicht be-

einflusst. Durch die Änderung des Tastverhältnisses ändert sich die spektrale Verteilung des Ausgangstromes. So geht bei einem Tastverhältnis von 50 Prozent, entsprechend einem symmetrischen Ausgangssignal, der Anteil an geradzahligen Vielfachen der Grundfrequenz f_0 , also $2 \cdot f_0$, $4 \cdot f_0$, $6 \cdot f_0$ etc. im Idealfall gegen Null. Wird das Tastverhältnis zu unsymmetrischen Ausgangsströmen, beispielsweise auch nur geringfügig auf 49 und 48 Prozent oder in größerem Maßstab auf 40 oder 30 Prozent geändert, so steigt die Amplitude der geradzahligen Vielfachen an. Durch selektive Filterung der geradzahligen Vielfachen am rotierenden Teil kann nun selektiv ein bestimmter Anteil der übertragenen Leistung, beispielsweise zur Versorgung kleinerer Verbraucher wie einen Steuerrechner oder der Detektoranordnung ausgekoppelt werden. Vorteilhafterweise ist noch eine Hilfsversorgung vorzusehen, welche für den Fall, dass der zur Abgabe großer Leistung konfigurierte Wechselrichter nicht aktiv ist, weil beispielsweise die Röntgenröhre nicht versorgt werden muss, die Versorgung der kleineren Verbraucher übernimmt.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht wenigstens einen Wechselrichter 6 zur Abgabe eines frequenzmodulierten Ausgangstromes vor. Durch die Modulation der Ausgangsfrequenz verbreitern sich die einzelnen Spektrallinien des Ausgangssignals, wobei sich gleichzeitig ihre Amplitude verringert. Dadurch ergeben sich verbesserte EMV - Eigenschaften des Systems. Die Modulationsfrequenz ist größer oder gleich 100 Hz zu wählen, so dass diese größer als ein Messintervall der gängigen EMV - Normen ist. Weiterhin sollte

der Modulationshub, also die Frequenzvariation nur so gering gewählt werden, dass sich keine nennenswerte Schwankungen des Stromes auf der rotierenden Seite ergeben.

Beschreibung der Zeichnungen

Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des
allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungs-
5 bei-
spielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen exem-
plarisch beschrieben.

Fig. 1 zeigt beispielhaft eine erfindungsgemäße Vor-
richtung in perspektivischer Ansicht.

10

Fig. 2 zeigt in schematischer Form eine erfindungsgemä-
ße Vorrichtung, wie in Fig. 1 dargestellt, im Schnitt.

15

Fig. 3 zeigt einen Ausschnitt des oberen Bereichs aus
Fig. 2 einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Fig. 4 zeigt ein elektrisches Blockschaltbild einer
beispielhaften erfindungsgemäßen Vorrichtung.

20

In Fig. 5 ist eine Anordnung mit einem einzelnen Leiter
dargestellt.

Fig. 6 zeigt eine Anordnung mit zwei elektrischen Lei-
tern.

25

Fig. 7 zeigt eine Anordnung mit drei elektrischen Lei-
tern.

Fig. 8 zeigt einen Träger 41 mit darauf angebrachten
30 Platten aus weichmagnetischem Material 44.

Fig. 9 zeigt eine Anordnung mit drei parallel geführten Leitern.

Fig. 10 zeigt eine Anordnung mit segmentierten Leitern.

5

Fig. 1 zeigt beispielhaft eine erfindungsgemäße Vorrichtung in perspektivischer Ansicht. Der Computertomograf (CT-Scanner) besteht aus zwei mechanischen Hauptbestandteilen. Ein stationäres Teil 2 dient als Basis und Träger des ganzen Gerätes, in denen sich das rotierende Teil 1 dreht. Der Patient wird auf einer Liege in der Öffnung des rotierenden Teils positioniert. Zur Lagerung des rotierenden Teils 1 dient das Lager 3, welches von dem Hohlprofil 15 des stationären Teils 2 gehalten wird. Dieses Lager ist in der beispielhaften Ausgestaltung als Kugellager ausgeführt. Selbstverständlich sind auch verschiedene andere Lagertypen hierfür einsetzbar. Das Abtastung des Patienten mittels Röntgenstrahlen ist eine Röntgenröhre 4 sowie einen dieser gegenüberliegend angeordneter Detektor 5 vorgesehen. Röntgenröhre 4 und Detektor 5 sind auf dem rotierenden Teil 1 drehbar angeordnet. Zum Antrieb des rotierenden Teiles ist ein Motor 20 vorgesehen. Ein Schleifring 16, welcher an dem rotierenden Teil 1 angebracht ist, dient zusammen mit dem Schleifringabgriff 21, der am stationären Teil 2 befestigt ist, zur Übertragung von Hilfs- und Steuersignalen. So können beispielsweise Sicherheitssignale wie zur Freigabe der Röntgenstrahlung noch über mechanische Schleifkontakte übertragen werden, wie dies derzeit noch von den Sicherheitsstandards gefordert wird. Alternativ hierzu

10

15

20

25

30

könnte das Aktivierungssignal für die Röntgenröhre auch kontaktlos übertragen werden. Um der Sicherheitsstandards genügen müsste dieses Signal in regelmäßigen Zeitabständen wiederholt werden. Wird das Signal von dem rotierenden Teil nicht in diesen Zeitabständen empfangen, so wird die Röntgenröhre deaktiviert. Die in der mechanischen Konfiguration noch notwendigen zwei Schleifkontakte sind aufgrund der niedrigen Strombelastung nahezu wartungsfrei und verursachen einen wesentlich geringeren Abrieb und somit eine geringere Verschmutzung als die bisher zur Energieübertragung eingesetzten Kontakte. Parallel dazu können mit dieser Anordnung beispielsweise auf kontaktlosem Wege die Bild-
daten der Detektoranordnung 5 zum stationären Teil 2 übertragen werden. Zur Energieübertragung, d. h. insbesondere zur Übertragung derjenigen hohen Energie, welche von der Röntgenröhre benötigt wird, ist an dem stationären Teil 2 eine Leiteranordnung 7 vorgesehen, welche von dem Wechselrichter (Inverter) 6 gespeist wird. Der Abgriff der Signale von dieser Leiteranordnung 7 erfolgt mittels eines Kopplers 8 am rotierenden Teil 1. Zur Sicherstellung der Funktion ist wenigstens ein Koppler 8 vorzusehen. Selbstverständlich können auch mehrere Koppler 8 vorgesehen sein. Diese können wahlweise parallel geschaltet sein oder auch zum individuellen Abgriff der Versorgungsenergie für die Röntgenröhre 4, die Detektoranordnung 5 oder andere elektronische Komponenten ausgelegt sein.

Fig. 2 zeigt in schematischer Form eine erfindungsgemäße Vorrichtung, wie in Fig. 1 dargestellt, im Schnitt.

Darin sind die in Fig. 1 dargestellten Teile mit denselben Bezugszeichen gekennzeichnet.

Fig. 3 zeigt einen Ausschnitt des oberen Bereichs aus
5 Fig. 2 einer erfindungsgemäßen Vorrichtung. In dieser Darstellung sind die meisten der zuvor beschriebenen Teile deutlicher zu erkennen. Weiterhin geht der funktionale Zusammenhang der Teile deutlicher hervor. Das stationäre Teil 2 ist in dem dargestellten Bereich zur
10 Erhöhung der Stabilität als Hohlprofil 15 ausgebildet. An diesem ist mittels eines Lagers 3 das rotierende Teil 1 drehbar gelagert. Das Kugellager 3 weist einen äußeren, feststehenden (stationären) Lagerring 3a auf, welcher mittels mehrerer Schrauben 14 an dem stationären
15 Teil 2 befestigt ist. Gegenüber diesem ist mittels der Kugeln 3b der innere Lagerring 3c drehbar gelagert. An diesem ist mittels mehrerer Befestigungsbolzen 13 an einer Seite (im Schnitt rechts dargestellt) ein Zylinder 11 und auf der anderen Seite eine Scheibe 12 befestigt.
20 Die Scheibe 12 trägt die meisten der am rotierenden Teil 1 angebrachten Teile, wie insbesondere die Röntgenröhre 4 sowie in die Detektoranordnung 5. Der Zylinder 11 trägt einen Schleifring 16, welcher mittels der Schrauben 17 am Zylinder 11 befestigt ist. An diesem
25 Schleifring ist hier beispielhaft ein Koppler 8, angebracht, auf einem Trägerelement 18, welches mittels der Schrauben 19 am Schleifring 16 befestigt ist. Dieser Koppler 8 besitzt hier beispielsweise einen U-förmig ausgebildeten Kern aus weichmagnetischem Material,
30 wie beispielsweise Eisen- oder Ferritmaterial. Zur Energieübertragung steht der Koppler 8 im Eingriff mit der Leiteranordnung 7. Die hier dargestellte Leiteran-

ordnung 7 weist beispielhaft zwei parallele Leiter 9a und 9b auf. Diese Leiter sind mittels der Stützen 23a und 23b an dem stationären Teil 2 befestigt. Zur sauberen Positionierung und einfachen Montage der Leiteran-

5 ordnung 7 ist weiterhin eine Trägerplatte 22, welche vorteilhafterweise aus weichmagnetischem Material besteht, vorgesehen.

In Fig. 4 ist ein elektrisches Blockschaltbild einer

10 beispielhaften erfindungsgemäßen Vorrichtung dargestellt. Die Versorgung der gesamten Anordnung erfolgt vorteilhafterweise über ein 3-Phasen-Netz mit der gängigen Netzfrequenz, hier beispielhaft 50 Hz. Selbstverständlich ist auch eine zweiphasige oder Gleichstrom-

15 Speisung möglich. Die Eingangsbeschaltung 30 weist die üblichen Filter sowie eine Gleichrichterschaltung, vorzugsweise mit Leistungsfaktorkorrektur (PFC) auf. Der gleichgerichtete Strom am Ausgang 31 wird mittels eines Wechselrichters (Inverter) 32, welcher typischerweise

20 2,4 oder mehr Halbleiter-Leistungsschalter aufweist in einen hochfrequente Wechselstrom umgesetzt. Diese Halbleiter-Leistungsschalter können beispielsweise in den bekannten Halbbrücken- oder Vollbrückenschaltungen konfiguriert sein. Als Halbleiterschalter sind bevorzugt

25 IGBTs oder MOSFETs geeignet. Der bevorzugte Frequenzbereich liegt oberhalb der menschlichen Hörschwelle d. h. 20 kHz und reicht bis zu einer oberen Frequenz von ca. einem MHz, bis zu dem moderne Halbleiterschalter für hohe Leistungen wirtschaftlich einsetzbar sind. Der

30 hochfrequente Wechselstrom wird am Ausgang 33 abgegeben und mittels einer Serieninduktivität 34 sowie einer Serienkapazität 35 in die Leiteranordnung 7 eingespeist.

Die Resonanzfrequenz der Anordnung ergibt sich aus der Induktivität 34 sowie der Induktivität der Leiteranordnung 7 zusammen mit der Kapazität 35. Ist die Induktivität der Leiteranordnung 7 hinreichend groß, so kann auch die Induktivität 34 entfallen. Die Induktivität der Leiteranordnung 7 setzt sich zusammen aus einer Induktivität des Leiters selbst sowie der transformierten Induktivität 36 des Kopplers 8 sowie dem Koppelfaktor zwischen der Leiteranordnung 7 und dem Koppler 8. Der von dem Koppler 8 abgegriffene Ausgangstrom kann nun dem Hochspannungsgenerator 38, welcher eine Hochspannung 39 zur Speisung der Röntgenröhre 4 erzeugt zugeführt werden. Parallel zum Hochspannungsgenerator 38 können auch weitere Verbraucher 40 gespeist werden. Der Anschluss an den Koppler 8 kann wahlweise unmittelbar bzw. unter Zwischenschaltung einer Serien-Kapazität erfolgen. Dadurch ergibt sich ein zweiter sekundärseitiger Resonanzkreis. Der Betrieb des Inverters erfolgt zweckmäßigerweise auf bzw. in der Nähe der Resonanzfrequenz des Systems. Eine Steuerung der übertragenen Leistung kann beispielsweise durch Steuerung der Arbeitsfrequenz des Inverters erfolgen, so dass bei einem niedrigeren Leistungsbedarf eine Frequenz abseits der Resonanzfrequenz gewählt wird. Ebenso könnte aber auch eine Steuerung der Leistung durch die Eingangsbeschaltung erfolgen, welche entsprechend dem Leistungsbedarf ihre Gleichspannung 31 einstellt. In diesem Falle kann der nachfolgende Inverter mit optimalem Wirkungsgrad auf der Resonanzfrequenz des Kreises betrieben werden.

Zur Anpassung der Impedanzverhältnisse kann es notwendig sein, an verschiedenen Stellen der Anordnung Ü-

bertrager (Transformator) zu schalten. Dies kann insbesondere zwischen dem Wechselrichter 6 und der Leiteranordnung 7, sowie zwischen dem Koppler 8 und der Last notwendig sein. Wird der Wechselrichter zur Speisung
5 des Kopplers 8 eingesetzt, so ein Übertrager zwischen Wechselrichter und Koppler bzw. zwischen Leiteranordnung und Last vorzusehen. Ebenso ist es sinnvoll, insbesondere hinter dem Wechselrichter bzw. an der Leiteranordnung einen Symmetrierübertrager (mit einem
10 weichmagnetischen Kern hoher Güte) bzw. eine Gleichtaktdrossel (Common mode filter) mit einem verlustbehafteten weichmagnetischen Kern einzusetzen.

Zusätzlich kann auf der Lastseite noch eine Regelung
15 der abgegebenen Spannung bzw. des abgegebenen Stromes, wie beispielsweise durch ein Schaltnetzteil vorgesehen sein. So wird sicherlich der Hochspannungsgenerator 38 ebenso wie die Hilfsversorgung 40 eine Regelung der Ausgangsspannung aufweisen.

20

In Fig. 5 ist eine Anordnung mit einem einzelnen Leiter dargestellt. Ein Träger der gesamten Leiteranordnung
41, welcher beispielsweise aus Metall zur Abschirmung oder aber auch aus einem isolierenden Material besteht,
25 trägt einen elektrischen Leiter 9 mittels einer Stütze 23. Zum Abgriff des Stromes läuft entlang des Leiters ein Koppler umfassend einen Kern aus weichmagnetischem Material 42 sowie eine Wicklung 43 zur Auskopplung des elektrischen Stroms.

30

Fig. 6 zeigt eine Anordnung mit zwei elektrischen Leitern. Die Leiteranordnung umfasst hier einen Träger 41

sowie einer darauf befindliches weichmagnetisches Material 44 zur Führung des Magnetfeldes. Die parallelen elektrischen Leiter 9a und 9b werden mittels der stützen 23a und 23b gelagert. Der Koppler weist hier einen
5 U - förmig ausgestalteten Kern 42 aus weichmagnetischem Material mit wenigstens einer Wicklung 43 auf.

In Fig. 7 ist eine entsprechende Anordnung mit drei Leitern dargestellt. Die Leiter 9a, 9b, 9c sind mittels
10 der Stützen 23a, 23b, 23c auf dem Träger befestigt. Der Koppler weist hier auf dem Kern 42 drei Wicklungen 43a, 43b, 43c auf.

Fig. 8 zeigt einen Träger 41 mit darauf angebrachten
15 Platten aus weichmagnetischem Material 44. Durch eine solche Anordnung kann eine einfache Belegung des Trägers mit vorgefertigten Plattenstücken, welche wahlweise rechteckig oder der Rundung angepasst sind, erfolgen. Zweckmäßigerweise wird nicht nur sowie der Einfachheit halber in der Zeichnung dargestellt ein Teil
20 des Kreisumfangs, sondern der gesamte Kreisumfang mit Plattenstücken belegt.

In Fig. 9 ist eine Ausgestaltung der Erfindung mit drei
25 parallel geführten Leitern 9a, 9b, 9c dargestellt. Diese sind auf dem Träger 41 angeordnet. Die offenen Enden werden vom Wechselrichter gespeist. Beispielhaft sind die drei Leiter hier an einem Ende miteinander verbunden. Die Speiseströme vom Wechselrichter sind zweckmäßigerweise jeweils um 120 Grad gegeneinander phasenverschoben. Selbstverständlich ist neben der hier gezeig-
30

ten Anordnung mit drei Leitern jede andere Anzahl von Leitern einsetzbar.

Fig. 10 zeigt eine Ausgestaltung der Erfindung, bei der die Leiter in Leitersegmente 10a, 10b, 10c unterteilt sind. Diese beispielhaft drei Leitersegmente dargestellt, ebenso können aber auch zwei oder mehr Leitersegmente eingesetzt werden. Die Leitersegmente können jedes für sich aus einem oder auch aus mehreren parallel geführten Leitern bestehen. Die Speisung erfolgt mit einem gemeinsamen Wechselrichter oder individuellen Wechselrichter für einzelne Leitersegmente oder für Gruppen aus Leitersegmenten. Neben einem Frequenzmultiplex ist hier auch ein Ortsmultiplex in der Übertragung möglich. Hierzu werden zweckmäßigerweise mehrere Kopp-
ler 8 eingesetzt. Damit können gleichzeitig mehrere Versorgungsströme, beispielsweise für die Röntgenröhre sowie für die Detektoranordnung oder andere Verbraucher getrennt voneinander übertragen werden.

Bezugszeichenliste

	1	rotierendes Teil
	2	stationäres Teil
5	3	Lager
	4	Röntgenröhre
	5	Detektoranordnung
	6	Wechselrichter
	7	Leiteranordnung
10	8	Koppler
	9	elektrischer Leiter
	10	Leitersegmente
	11	Zylinder
	12	Scheibe
15	13	Befestigungsbolzen
	14	Schraube zur Lagerbefestigung
	15	Hohlprofil
	16	Schleifring
	17	Schraube zur Schleifringbefestigung
20	18	Träger des Kopplers
	19	Schraube zur Trägerbefestigung
	20	Motor
	21	Schleifringabgriff
	23	Stützen
25	30	Eingangsbeschaltung
	31	Ausgang für Gleichstrom
	32	Inverter
	33	Ausgang für HF-Wechselstrom
	34	Serien-Induktivität, stationäres Teil
30	35	Serien-Kapazität, stationäres Teil
	36	Induktivität des Kopplers 8
	37	Serienkapazität, rotierendes Teil

- 38 Hochspannungsgenerator
- 39 Ausgang für Hochspannung
- 40 Hilfsversorgung
- 41 Träger der Leiteranordnung
- 5 42 Kern aus weichmagnetischem Material
- 43 Wicklung des Kopplers
- 44 weichmagnetisches Material

Patentansprüche

1. Computertomografen-System umfassend ein rotieren-
des Teil (1) zur Aufnahme wenigstens einer Rönt-
genröhre (4) und einer Detektoranordnung (5), so-
wie ein stationäres Teil (2) umfassend

- ein Lager (3) zur drehbaren Lagerung des rotie-
renden Teils (1), und

- wenigstens einen Wechselrichter (6) zur Erzeu-
gung eines Wechselstromes einer ersten Fre-
quenz,

dadurch **gekennzeichnet**, dass

das stationäre Teil (2) eine Leiteranordnung (7)
aufweist, welche von dem Wechselstrom eines oder
mehrerer Wechselrichter (6) gespeist wird und das
rotierenden Teil (1) wenigstens einen induktiven
Koppler (8) aufweist, welcher ausschließlich posi-
tionsabhängig mit einem Teilstück der gesamten
Länge der Leiteranordnung (7) in Eingriff steht
und aus dieser elektrische Energie auskoppelt.

2. Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1,
dadurch **gekennzeichnet**, dass

das rotierenden Teil (1) eine Leiteranordnung (7)
aufweist und aus dieser elektrische Energie aus-
koppelt, sowie das stationäre Teil (2) wenigstens
einen induktiven Koppler (8) aufweist, welcher von
dem Wechselstrom eines oder mehrerer Wechselrich-
ter (6) gespeist wird und, welcher ausschließlich
positionsabhängig mit einem Teilstück der gesamten
Länge der Leiteranordnung (7) in Eingriff steht.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch **gekennzeichnet**, dass
die Leiteranordnung (7) 1, 2 oder 3 parallele Lei-
5 ter (9a, 9b, 9c) umfasst, welche derart von Strö-
men durchflossen werden, dass die Summe der Strö-
men durch alle Leiter an jeder Stelle der Lei-
teranordnung gleich Null ist.
- 10 4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprü-
che,
dadurch **gekennzeichnet**, dass
die Leiteranordnung (7) in Umfangrichtung mehrere
Segmente (10a, 10b, 10c) aufweist.
- 15 5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprü-
che,
dadurch **gekennzeichnet**, dass
mehrere Koppler (8a, 8, 8) vorgesehen sind, wobei
20 zu jedem Zeitpunkt wenigstens ein Koppler in Ein-
griff mit der Leiteranordnung (7) ist.
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprü-
che,
25 dadurch **gekennzeichnet**, dass
wenigstens ein Koppler (8) weichmagnetisches Mate-
rial zur Konzentration des magnetischen Flusses
umfasst.
- 30 7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprü-
che,

dadurch **gekennzeichnet**, dass
mehrere Wechselrichter (6) zur Speisung je eines
Leiters und/oder eines Segmentes der Leiteranord-
nung (7) vorgesehen sind.

5

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprü-
che,

dadurch **gekennzeichnet**, dass

10

zumindest ein Wechselrichter (6) zur Speisung je
eines Leiters und/oder eines Segmentes der Lei-
teranordnung (7) auf oder nahe der jeweiligen Re-
sonanzfrequenz ausgebildet ist.

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprü-
che,

15

dadurch **gekennzeichnet**, dass

wahlweise wenigstens einige Serienkapazität in Se-
rie zur Leiteranordnung 7 bzw. zum Abgriff 8
und/oder wahlweise wenigstens eine Parallelkapazi-
tät parallel zur Leiteranordnung 7 bzw. zum Ab-
griff 8 geschaltet ist.

20

10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden An-
sprüche,

25

dadurch **gekennzeichnet**, dass

zumindest ein Wechselrichter (6) zur Erkennung ei-
nes Zustandes ausgebildet ist, bei dem die Lei-
teranordnung (7) bzw. ein Segment der Leiteranord-
nung (7) nicht in Eingriff mit wenigstens einem
Koppler (8) steht und bei fehlenden Eingriff den
Wechselrichter abschaltet bzw. auf eine Leerlauf-
frequenz steuert.

30

11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch **gekennzeichnet**, dass

5 zumindest ein Wechselrichter (6) zur Abgabe eines Wechselstroms auf wenigstens einer zweiten Frequenz, zur Speisung von weiteren Verbrauchern ausgebildet ist und wenigstens ein Koppler (8) bzw. die Beschaltung eines Kopplers (8) frequenzselektiv zur Selektion der zweiten Frequenz ausgebildet ist und überwiegend das abgegriffene Signal der zweiten Frequenz wenigstens einem weiteren Verbraucher zuführt.

12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch **gekennzeichnet**, dass

15 zumindest ein Wechselrichter (6) zur Abgabe eines Wechselstroms mit veränderbarem Tastverhältnis ausgebildet ist und weiterhin auf der rotierenden Seite eine Filtereinheit zur Selektion von Frequenzanteilen mit geradzahligen Vielfachen der ersten Frequenz und zur Speisung wenigstens eines weiteren Verbrauchers mit den selektierten Frequenzanteilen vorgesehen ist.

13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch **gekennzeichnet**, dass

30 zumindest ein Wechselrichter (6) zur Abgabe eines Wechselstroms mit modulierter Ausgangsfrequenz ausgebildet ist, wobei der Frequenzhub so gering

gewählt ist, dass es sich keine nennenswerte
Schwankungen in der Amplitude des Ausgangstromes
ergibt und gleichzeitig die Modulationsfrequenz
größer oder gleich 100 Hz ist.

5

10

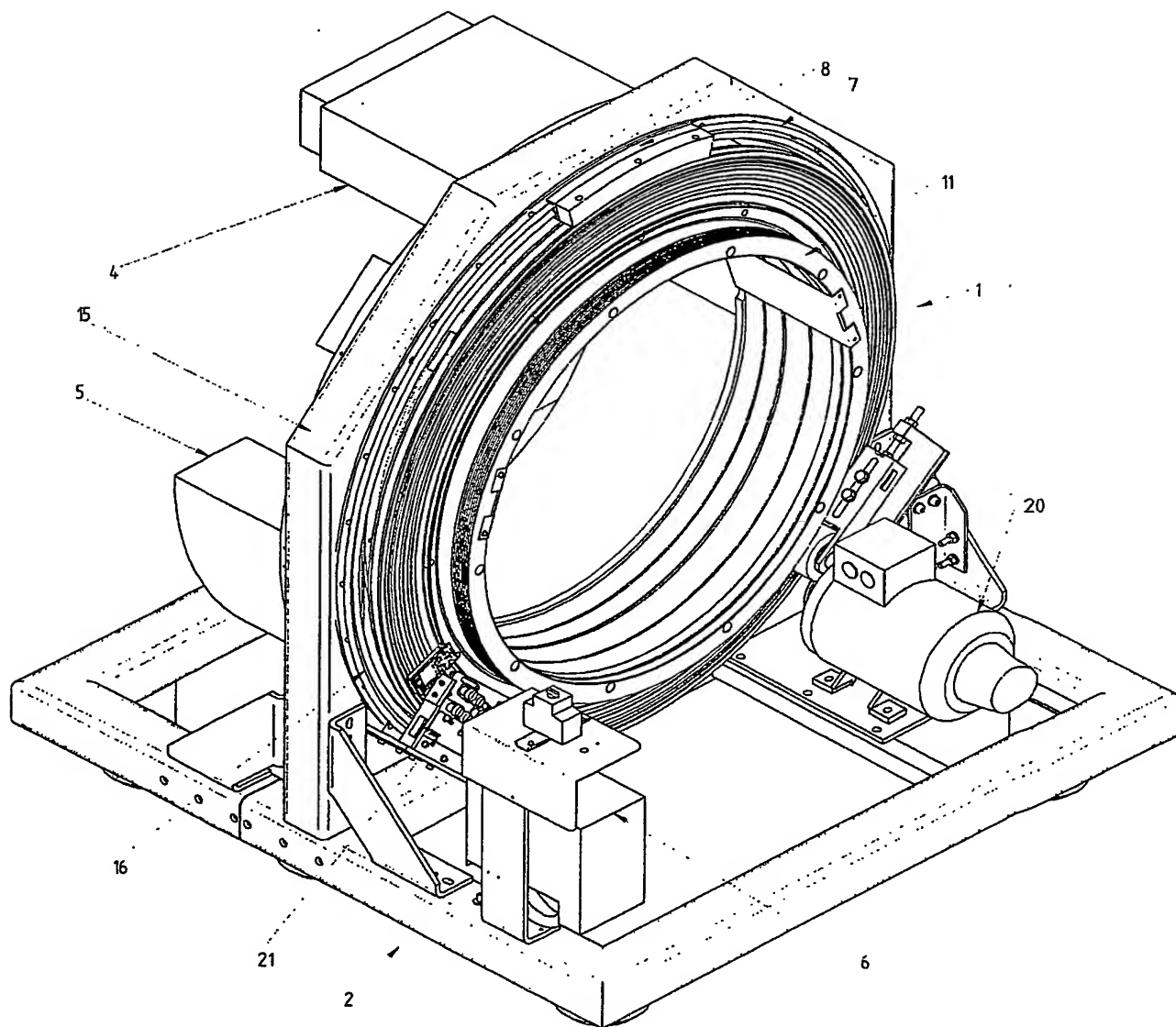
Fig. 1

Fig. 2

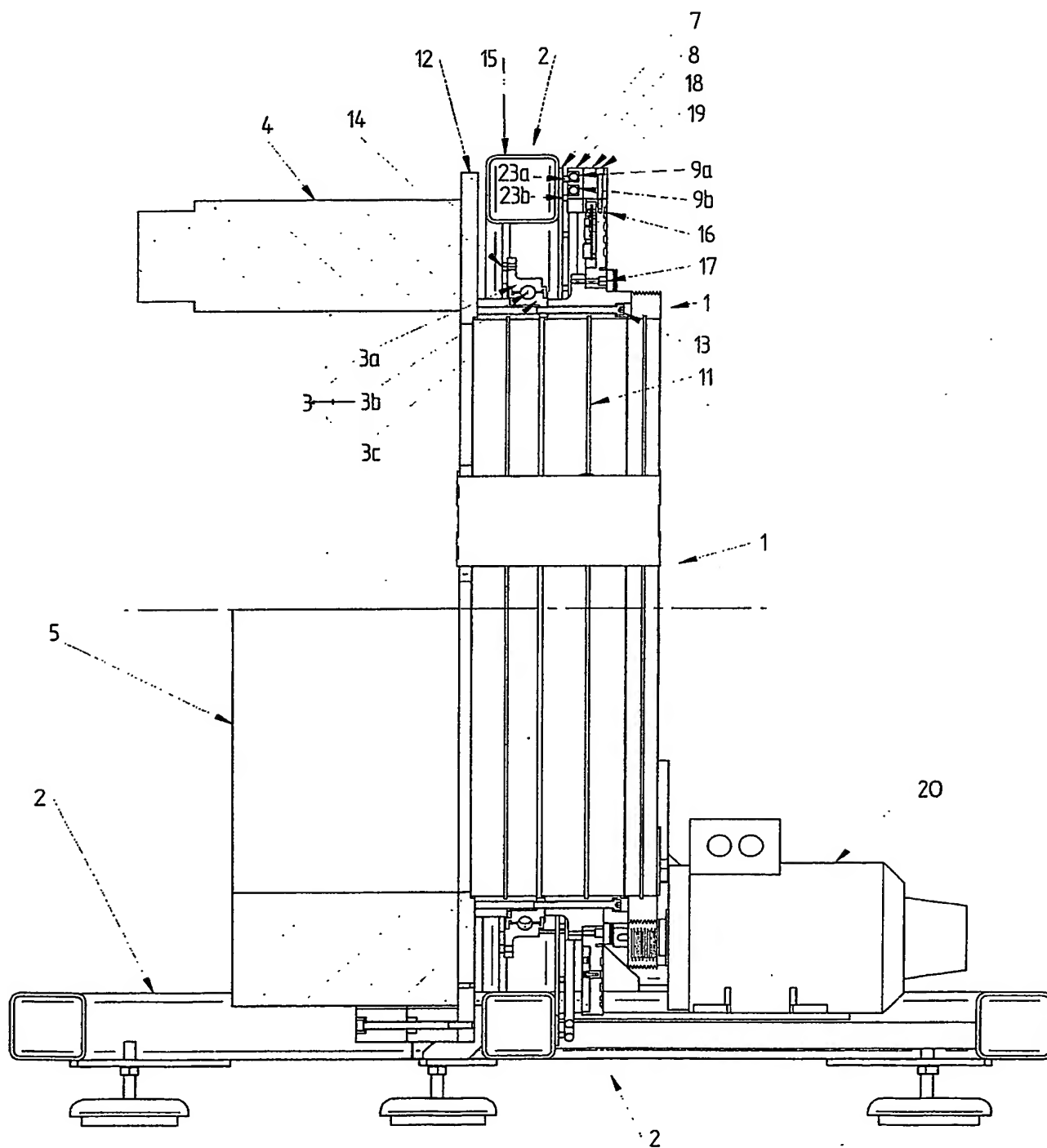


Fig. 3

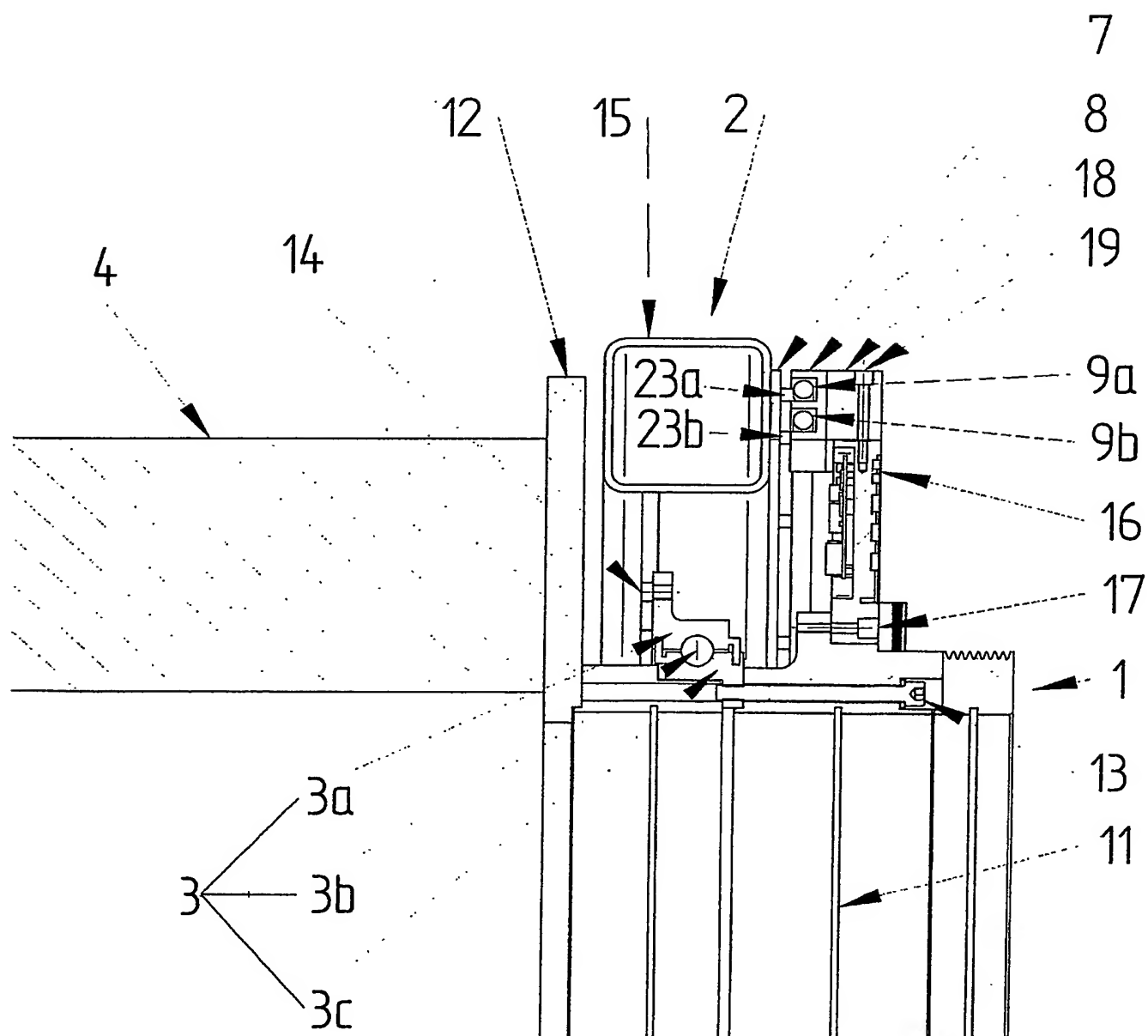


Fig. 4

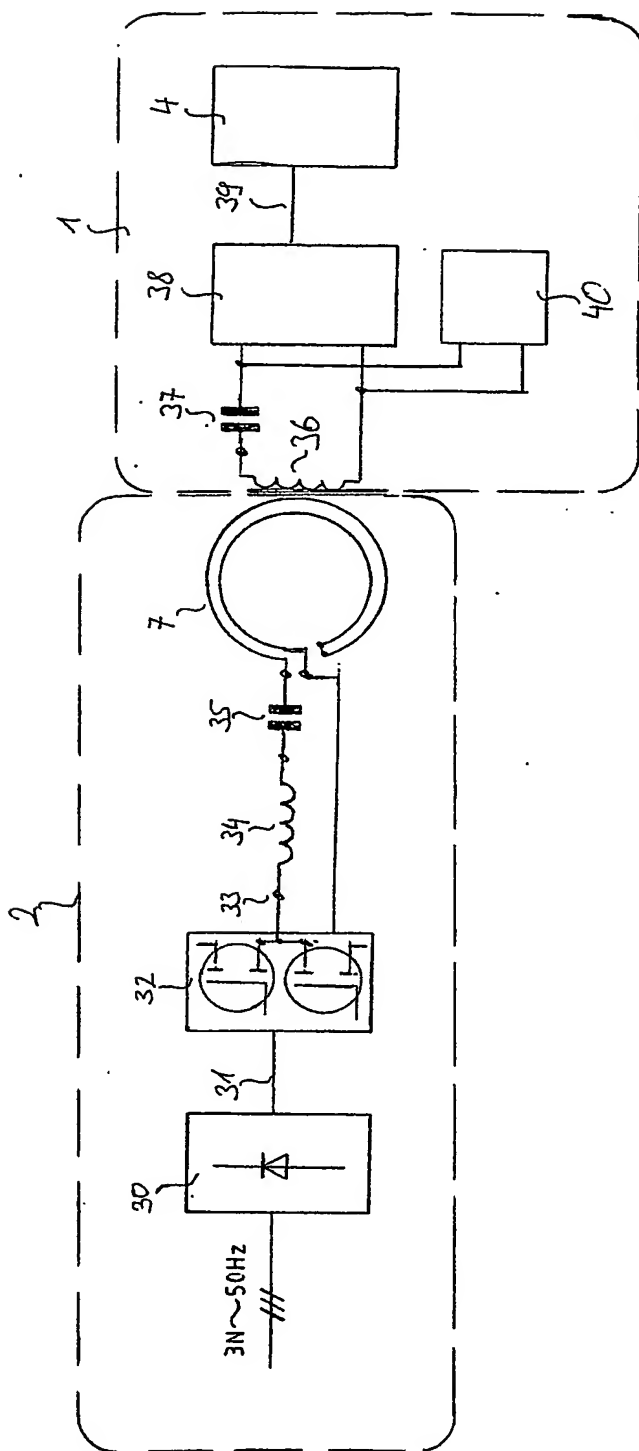


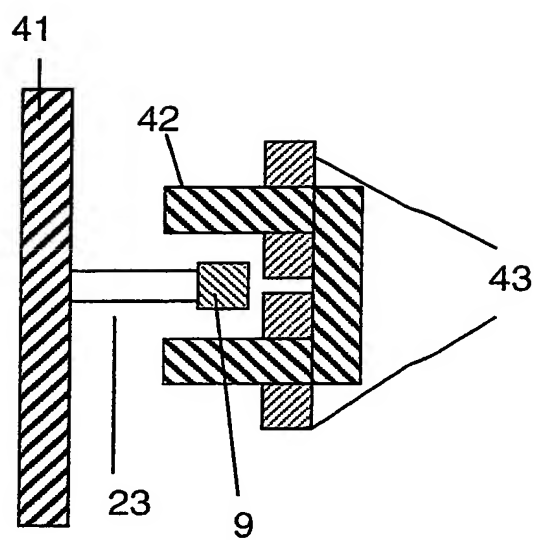
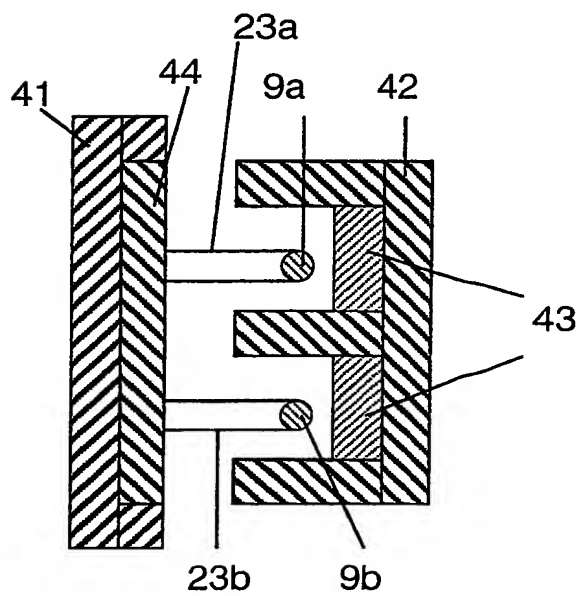
Fig. 5**Fig. 6**

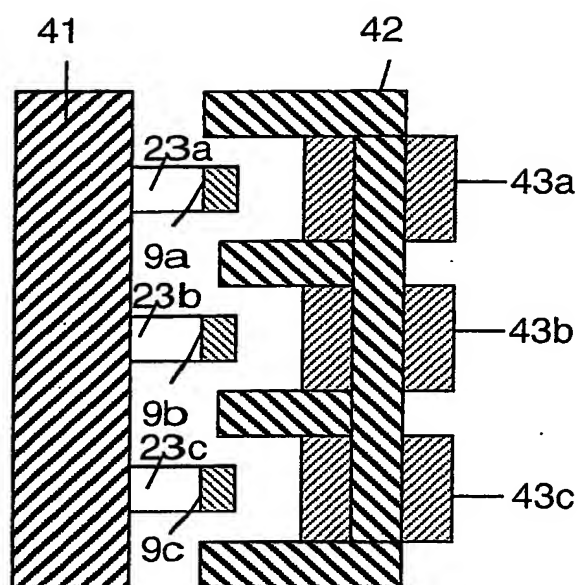
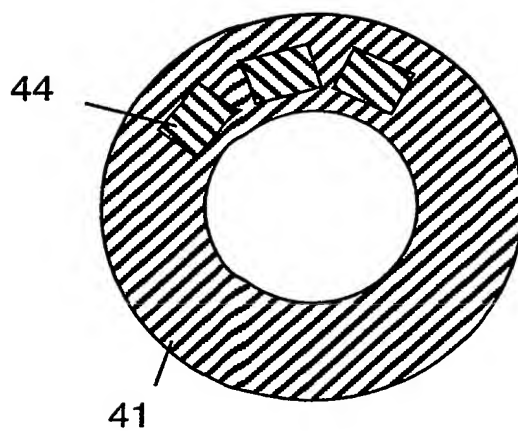
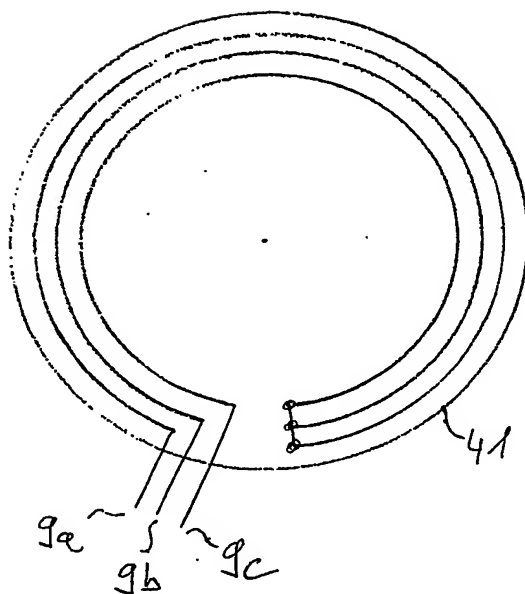
Fig. 7**Fig. 8**

Fig. 9**Fig. 10**